

NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ UỐN GỖ CAO SU ĐỂ SẢN XUẤT CHI TIẾT CONG CHO SẢN PHẨM MỘC

Phạm Ngọc Nam⁽¹⁾, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt⁽¹⁾, Lê Quang Nghĩa⁽¹⁾, Đặng Mai Thành,⁽²⁾

(1) Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh; (2) Trường Đại học Thủ Dầu Một
Ngày nhận bài: 12/4/2022; Ngày phản biện: 16/4/2022; Chấp nhận đăng: 28/5/2022

Liên hệ Email: drpnnam@hcmuaf.edu.vn

<https://doi.org/10.37550/tdmu.VJS/2022.03.302>

Tóm tắt

Công nghệ uốn gỗ cao su (Rubber wood) tạo chi tiết cong cho sản xuất đồ mộc đã được thực hiện và thu được một số kết quả như sau: Nghiên cứu này đã được tiến hành để xác định chế độ uốn cong của gỗ cao su có qui cách (21×35×460) mm, bán kính uốn cong R700 mm dùng trong sản xuất đồ mộc bằng phương pháp uốn định hình, gia nhiệt bằng nước nóng, nhiệt độ uốn 100-105°C, áp suất uốn 6 kG/cm²... Thí nghiệm được thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên. Xây dựng phương trình tương quan thể hiện mối quan hệ giữa thời gian luộc và thời gian uốn với tỷ lệ mẫu hỏng Y_1 và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn Y_2 .

$$Y_1 = 1,36 - 0,95X_1 - 1,45X_2 + 0,58X_1X_2 + 0,94X_1^2 + 1,84X_2^2$$

$$Y_2 = 0,83 - 0,70X_1 - 0,93X_2 + 0,93X_1^2 + 0,79X_2^2$$

Kết quả đã xác định được các thông số tối ưu cho chế độ uốn cong gỗ cao su: ứng với thời gian luộc 28,4 phút và thời gian uốn 42,9 phút tỉ lệ mẫu hỏng 0,136% và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn 0,43mm. Quy trình công nghệ uốn các chi tiết gỗ cong có kích thước nêu trên hoàn toàn có thể ứng dụng vào thực tế sản xuất do đơn giản, dễ thực hiện và ít tốn kém.

Từ khóa: chế độ uốn tối ưu, thời gian luộc, thời gian uốn, tỷ lệ mẫu hỏng

Abstract

STUDY OF DETERMINING A BENDING REGIME OF RUBBER WOOD FOR WOODEN PRODUCTS

This study was conducted to determine a bending regime of Rubber wood for furniture production (21×35×460) mm (thickness×width×length) mm, R700mm by shaped molding method using steam heating, bending temperature 100-105°C, bending pressure 6kG/cm². The experiment was designed completely random. The experimental results determined related equations in order to predict boiling time and bending time on a failure rate Y_1 and a elasticity of curvature Y_2 .

$$Y_1 = 1,36 - 0,95X_1 - 1,45X_2 + 0,58X_1X_2 + 0,94X_1^2 + 1,84X_2^2$$

$$Y_2 = 0,83 - 0,70X_1 - 0,93X_2 + 0,93 X_1^2 + 0,79 X_2^2$$

The results of solving optimal problem gave optimal regimes of bending process: at boiling time 28,4 minutes, bending time 42,9 minutes, a failure rate 1,36% and a elasticity of curvature 0,43mm. The process of bending curved wood details shall be applied to the actual application of the production, which is easily implemented and saving cost.

1. Đặt vấn đề

Ngành lâm nghiệp chịu rất nhiều khó khăn do ảnh hưởng của dịch Covid-19. Tuy nhiên vượt lên những khó khăn, tổng giá trị xuất khẩu đồ gỗ và các loại lâm sản của năm 2021 đạt 15,87 tỷ USD, tăng 20% so với năm 2020. Với tốc độ phát triển của ngành công nghiệp chế biến gỗ như hiện nay thì việc thiếu hụt nguồn nguyên liệu gỗ là rất nhiều. Do vậy, trong quá trình sản xuất cần phải sử dụng nguyên liệu gỗ hợp lý. Hiện nay, các chi tiết cong từ gỗ nguyên được sản xuất bằng phương pháp pha cắt theo các mẫu đã vạch sẵn trên ván gỗ xẻ và dùng cưa vòng lượn để pha phôi. Phương pháp này làm giảm tỷ lệ lợi dụng nguyên liệu và chất lượng chi tiết cong. Do vậy, việc nghiên cứu chế độ uốn gỗ nguyên tạo chi tiết cong cho sản phẩm mộc là rất cần thiết, đặc biệt đối với các loại gỗ rừng trồng đang được sử dụng phổ biến ở Việt Nam. Gỗ cao su thẳng thớ, cấu tạo đồng đều, khối lượng thể tích cơ bản $0,55\text{g/cm}^3$, cường độ chịu lực trung bình, hệ số phẩm chất khá tốt thích hợp gia công uốn cong gỗ. Gỗ cao su hiện là loại gỗ sử dụng khá phổ biến trong gia công sản xuất ván ghép thanh và hàng mộc xuất khẩu, sản xuất các chi tiết cong ít chịu lực trong sản xuất hàng mộc như chi tiết cong cho sản phẩm ghế tựa.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cây cao su được trồng để lấy mủ là chủ yếu sau 25 năm cây cho năng suất mủ thấp, rừng cao su được thanh lý. Gỗ cao su có thân tương đối thẳng, tròn đều, số lượng mắt không nhiều. Gỗ cao su có chiều hướng thớ gỗ khá thẳng, cấu tạo đồng đều giác lõi không phân biệt, vân thớ và màu sắc đẹp, cường độ chịu lực trung bình, hệ số phẩm chất khá tốt thích hợp gia công uốn cong gỗ.

Thí nghiệm được thực hiện với gỗ cao su có độ tuổi 30 năm được lấy ở Phú Riềng, tỉnh Bình Phước.

Chuẩn bị mẫu thí nghiệm: Mẫu gỗ thí nghiệm dùng trong nghiên cứu được tiến hành qua các bước: Gỗ cao su sau khi khai thác được vận chuyển về công ty để tiến hành xẻ, tẩm, sấy về độ ẩm 8-12%, bảo quản bốn mặt và gia công mẫu có qui cách $21 \times 35 \times 460\text{mm}$ (dày×rộng×dài), loại bỏ các mẫu gỗ chưa đạt yêu cầu (độ ẩm, qui cách, khuyết tật). Mẫu gỗ được đem luộc với nhiệt độ $95-100^\circ\text{C}$ trong thời gian 10-40 phút. Sau đó, mẫu gỗ được uốn trên khuôn có bán kính cong cố định trước R 700mm. Uốn gỗ được thực hiện khi gỗ ở trạng thái nóng ẩm.



Hình 1. Sản phẩm gỗ cao su sau uốn cong

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng phương pháp tiếp cận hệ thống và qui hoạch thực nghiệm. Thông qua các tài liệu sách báo, các tài liệu về các dây chuyền công nghệ chế biến gỗ nói chung, đặc biệt là khâu uốn gỗ; điều kiện sử dụng, khả năng ứng dụng của công nghệ uốn cong gỗ...

– Vật liệu dùng uốn cong gỗ: gỗ cao su, nước

– Máy móc, trang thiết bị: Hệ thống máy uốn ép gỗ; thước kẹp; cân điện tử có độ chính xác 0,01 gam; máy đo độ ẩm; tủ sấy để xác định độ ẩm gỗ; đồng hồ đo thời gian.

– Phương pháp thu thập số liệu:

+ Phương pháp theo dõi trực tiếp: Đo nhiệt độ trong quá trình uốn cong, là yếu tố quan trọng trong quá trình uốn có tác dụng thúc đẩy quá trình định hình và khô của nguyên liệu uốn. Nhiệt độ uốn được điều khiển bằng van điều chỉnh lượng hơi vào và ra. Theo dõi thời gian uốn là ghi nhận thời gian của một mẻ uốn bắt đầu từ lúc nạp nguyên liệu vào thiết bị uốn đến lúc kết thúc giai đoạn uốn nhằm đánh giá năng suất và chất lượng của từng mẻ uốn cong. Ngoài ra, áp suất uốn, chiều dày, độ cong uốn... được xác định bằng dụng cụ đo.

+ Phương pháp xác định khuyết tật của gỗ sau khi uốn cong: Sau khi kết thúc mẻ uốn kiểm tra lại các thanh đã uốn và xác định tỷ lệ khuyết tật của gỗ trên từng mẻ. Các dạng khuyết tật của gỗ sau khi uốn cong như: tóp, nứt tét, đàn hồi, độ cong không đạt, gãy nứt...

+ *Độ đàn hồi độ trở lại của gỗ sau khi uốn (mm)*: Độ đàn hồi độ trở lại của gỗ sau khi uốn so với độ cong của khuôn. Mẫu sau khi uốn cong được lưu giữ trong vòng 24 giờ đến khi ổn định kích thước, số liệu thu thập qua 3 lần đo khác biệt không quá 0,3mm.

$$\Delta f = f_1 - f_2 \text{ (mm)}$$

Trong đó: Δf : Độ đàn hồi độ trở lại của gỗ sau khi uốn (mm)

f_1 : Độ võng của gỗ sau khi tháo định vị

f_2 : Độ võng của gỗ sau một thời gian

+ *Tỷ lệ mẫu hỏng khi uốn (%)*: Là tỷ lệ phần trăm (%) giữa những chi tiết bị hư hỏng so với chi tiết đưa vào uốn.

$$\text{Tỷ lệ mẫu hỏng} = \frac{M_h}{M_v} \times 100(\%)$$

Xác định tỷ lệ mẫu hỏng khi uốn:

Trong đó: M_h : Số mẫu hỏng

M_v : Tổng số mẫu thí nghiệm

Chi tiết mẫu hỏng là các chi tiết có ít nhất một trong các khuyết tật sau: đứt thớ gỗ, nứt dăm bề mặt gỗ, gãy, dập...

Ma trận thí nghiệm được lập theo phương án bất biến quay bậc hai của BOX và HUNTER

Phương án quy hoạch thực nghiệm bậc 2 bất biến quay của Box và Hunter.

Theo phương án bậc 2 mô hình toán học được biểu diễn bằng phương trình hồi quy sau:

$$Y_i = b_o + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i \neq j=1}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2 \quad (2.3)$$

Trong đó: Y_i : Các yếu tố đầu ra.

X_i, X_{ij} : Các yếu tố đầu vào.

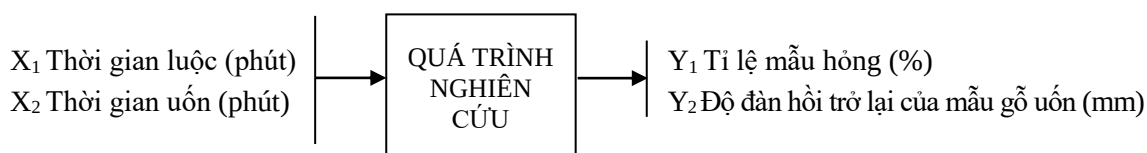
b_o, b_i, b_{ij} : Các ước lượng hệ số hồi quy, gọi tắt là hệ số hồi quy

Số thí nghiệm $N = N_1 + N_\alpha + N_0$,

Trong đó: $N_1 = 2^n$: Số thí nghiệm ở mức cơ sở; $N_\alpha = 2n$: Số thí nghiệm ở mức sao; N_0 : Số thí nghiệm tại tâm ($N_0 = 3$); n : Số yếu tố nghiên cứu $n=2$.

Ma trận thí nghiệm bậc II theo phương án quay Box – Hunter có số thí nghiệm được tính theo công thức: $N = N_1 + N_\alpha + N_0 = 11$

Số thí nghiệm 11 và số lần lặp lại 3 $\Rightarrow$ Tổng số thí nghiệm 33



Hình 2. *Quá trình nghiên cứu*

Bảng 1. Mức và khoảng biến thiên của các yếu tố nghiên cứu

Mức và khoảng biến thiên	Giá trị mã	Thời gian luộc gỗ – X ₁ (phút)	Thời gian uốn cong – X ₂ (phút)
Mức sao dưới	-1,41	10,9	13,85
Mức dưới	-1	15	20
Mức cơ sở	0	25	35
Mức trên	+1	35	50
Mức sao trên	+1,41	39,1	56,15
Khoảng biến thiên	ΔI	10	15

3. Kết quả nghiên cứu thảo luận

Trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn phương pháp luộc để hóa mềm gỗ; sau đó dùng nhiệt để uốn cong gỗ theo khuôn mẫu. Trong quá trình uốn gỗ, mặt phía trong của gỗ chịu ứng suất nén, mặt phía ngoài chịu ứng suất kéo. Do vậy, khi gỗ đã đủ hoá dẻo cần phải tiến hành uốn ngay lập tức. Khi uốn gỗ cần phải có thanh lót ở phía mặt ngoài của gỗ uốn để làm giảm sự xuất hiện ứng suất kéo ở mặt ngoài của thanh gỗ nhằm hạn chế tối đa các khuyết tật các vết nứt, rạn có thể xảy ra. Thí nghiệm được tiến hành với các thông số đầu vào là thời gian luộc gỗ và thời gian uốn cong; thông số đầu ra là tỉ lệ mẫu hỏng gỗ sau uốn và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn, bán kính cong R700mm.

Bảng 2. Ma trận thí nghiệm và kết quả uốn cong gỗ cao su với R700mm

Số TN	X ₁	X ₂	Tỷ lệ mẫu hỏng (%) Y ₁	Độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn (mm) Y ₂
1	+	+	1,63	1,13
2	-	+	2,70	2,20
3	+	-	3,03	2,53
4	-	-	6,43	3,93
5	+ 1,41	0	2,17	1,67
6	- 1,41	0	4,40	3,90
7	0	+ 1,41	1,49	1,01
8	0	- 1,41	6,04	3,93
9	0	0	1,05	0,45
10	0	0	1,47	0,99
11	0	0	1,55	1,05

*** Kết quả xử lý số liệu xác định các phương trình hồi quy**

Tiến hành xử lý số liệu trên máy vi tính, bằng phần mềm Statgraphics - Vers 7.0 để thiết lập các phương trình tương quan ta được các phương trình :

$$Y_1 = 1,36 - 0,95X_1 - 1,45X_2 + 0,58X_1X_2 + 0,94X_1^2 + 1,84X_2^2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 0,83 - 0,70X_1 - 0,93X_2 + 0,08X_1X_2 + 0,93X_1^2 + 0,79X_2^2 \quad (2)$$

Các mô hình hồi quy (1); (2) được kiểm tra theo các tiêu chuẩn: tính đồng nhất phương sai, tính có ý nghĩa của các hệ số, tính tương thích của mô hình toán.

*** Đối với hàm tỷ lệ mẫu hỏng của gỗ cao su Y_1 (%)**

Kiểm tra mức có ý nghĩa của các hệ số mô hình (1) với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Mô hình (1) có các hệ số hồi qui đảm bảo mức có ý nghĩa nên mô hình (1), có dạng như sau:

$$Y_1 = 1,36 - 0,95X_1 - 1,45X_2 + 0,58X_1X_2 + 0,94X_1^2 + 1,84X_2^2 \quad (3)$$

Ta có: $R^2 = 0.98$ tương quan rất chặt.

*** Đối với hàm độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn Y_2 (mm)**

Kiểm tra mức có ý nghĩa các hệ số của mô hình (2) với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Mô hình (2) có hệ số $P_{(X_1X_2)} = 0,672 > 0,05$ không đảm bảo mức có ý nghĩa nên loại khỏi mô hình. Sau khi loại bỏ hệ số hồi quy không đảm bảo độ tin cậy ra khỏi mô hình (2), phương trình hồi quy có dạng như sau:

$$Y_2 = 0,83 - 0,70X_1 - 0,93X_2 + 0,93 X_1^2 + 0,79 X_2^2 \quad (4)$$

Ta có: $R^2 = 0.97$ tương quan rất chặt.

*** Xác định các thông số tối ưu**

– Hàm mục tiêu về tỷ lệ mẫu hỏng tính theo phương trình: $Y_1 \Rightarrow Y_{\text{Min}}$

Thỏa mãn các điều kiện ràng buộc: $-1,41 < X_i < + 1,41$; $i = 1, 2$.

– Hàm mục tiêu độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn tính theo phương trình: $Y_2 \Rightarrow Y_{\text{Min}}$

Thỏa mãn các điều kiện ràng buộc: $-1,41 < X_i < + 1,41$; $i = 1, 2$.

Bảng 3. Kết quả tính toán tối ưu hàm một mục tiêu uốn cong gỗ với $R700\text{mm}$

STT	Chỉ số tối ưu	X_1	Tg lược (ph)	X_2	Tg uốn (ph)
1	Tỷ lệ mẫu hỏng $Y_1 = 1,36$ (%)	0,34	28,4	0,53	42,9
2	Độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn $Y_2 = 0,83$ (mm)	0,38	28,8	0,59	43,9

Kết quả của bài toán tối ưu một mục tiêu cho thấy với thời gian lược gỗ 28,4 phút và thời gian uốn 42,9 phút thì tỷ lệ mẫu hỏng đạt giá trị thấp nhất là 1,36%; thời gian lược gỗ 28,8 phút và thời gian uốn 43,9 phút thì độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn đạt giá trị thấp nhất là 0,83 mm.

*** Bài toán tối ưu hóa hàm mục tiêu có điều kiện**

Theo nội dung nghiên cứu ta có bài toán tối ưu hóa hàm mục tiêu có điều kiện như sau: Cực tiểu hóa tỷ lệ mẫu hỏng với điều kiện ràng buộc là biên của miền thí nghiệm và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn nhỏ hơn 3 mm.

– $Y_1 \Rightarrow Y_{\text{min}}$

– $Y_2 < 3$

– Thỏa mãn điều kiện $-1,41 \leq x_i \leq 1,41$.

Kết quả của bài toán tối ưu hàm đa mục tiêu được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Kết quả tính toán tối ưu hóa hàm đa mục tiêu

Y-1	Y-2	X1	Tgian luộc (ph)	X2	Tgian uốn (ph)
1,36	0,43	0,34	28,4	0,53	43,9

Từ kết quả ở bảng 4 cho thấy với thời gian luộc gỗ 28,4 phút và thời gian uốn là 43,9 phút thì tỷ lệ mẫu hỏng sau khi uốn là 1,36% và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn 0,43mm.

*** Đề xuất các bước công nghệ uốn cong chi tiết gỗ**

Các chi tiết gỗ cong trong các sản phẩm mộc rất đa dạng về kiểu dáng, kích thước và bán kính cong. Hình dạng, kích thước của các chi tiết ghế phụ thuộc vào kiểu dáng của từng loại ghế. Các bán kính cong của các chi tiết gỗ cong trong các sản phẩm ghế, bàn từ thường từ 50mm cho đến 1000mm; chiều dày thông thường 20-30mm.

a. Chọn nguyên liệu và chuẩn bị phôi thô

Chuẩn bị nguyên liệu phải loại bỏ mục, nứt vòng năm, lệch thớ, kẹp vỏ, mắt to, thớ phải thẳng, độ nghiêng không được quá 10^0 . Nếu không khi uốn cong dễ bị nứt, để nâng cao tỷ suất ra phôi uốn cong, ở mặt kéo và ở gần lớp trung hoà có thể cho phép có 1 số khuyết tật nhỏ (như mắt nhỏ) tồn tại. Độ ẩm của phôi thô liên quan mật thiết đến chất lượng uốn cong, độ ẩm quá thấp, tính năng uốn cong kém, dễ bị phá hủy. Độ ẩm quá cao, sẽ hình thành áp lực tĩnh, làm cho gỗ trương nứt, tạo ra phế phẩm. Hơn nữa cũng kéo dài thời gian sấy định hình. Độ ẩm của phôi thô uốn cong không qua xử lý mềm hoá từ 10-15% là phù hợp, độ ẩm của gỗ phải tiến hành luộc hấp xử lý mềm hoá nên từ 25-30%. Trước khi ép uốn cong, bề mặt của phôi thô phải qua gia công bào nhẵn bốn mặt loại bỏ các vết hằn của cưa để khi uốn cong dễ áp sát cữ và đơn giản hoá gia công bề mặt chi tiết sau uốn cong. Công đoạn này giúp cho phôi gỗ tránh được hiện tượng tách xé trong quá trình uốn, ngoài ra cũng tạo điều kiện thuận lợi cho công đoạn chế biến.

b. Xử lý mềm hoá

Để cải thiện tính năng uốn cong của gỗ, tăng biến dạng tính dẻo, cần tiến hành xử lý mềm hoá trước uốn cong, phương pháp xử lý mềm hoá có: xử lý nước nóng, xử lý gia nhiệt và xử lý bằng hoá chất. Thành phần chủ yếu của tổ thành vách tế bào gỗ là: Cellulose, hemincellulose và lignine. Gỗ sau khi xử lý bằng nước nóng, 1 bộ phận hemicellulose dễ thuỷ phân hoà tan thành trạng thái dung dịch, các gốc - OH trên chuỗi phân tử cellulose vùng không định hình hấp thụ nước, làm cho màng nước trong các khe hở cellulose dày lên, khoảng cách giữa các phân tử tăng lên, lực hấp dẫn giảm đi, dưới tác dụng của ngoại lực dễ gây ra dịch trượt tương đối. Phương pháp xử lý nước nóng có 2 loại: hơi nước và luộc nước, phương pháp luộc nước sẽ làm cho độ ẩm gỗ tăng cao, thời gian sấy sau uốn cong kéo dài, ngoài ra, do nước tự do tồn tại trong ruột tế bào, trong quá trình uốn cong, dễ tạo ra áp lực tĩnh mà tạo thành phế phẩm. Hiện nay, trong sản xuất thường dùng hơi nước, chủ yếu xử lý bằng hơi nước bão hoà.

Bảng 5. Quy trình uốn cong hai loại quy cách gỗ cao su

Loại bán kính cong	Chiều dày ván (mm)	Nhiệt độ uốn (0C)	Áp suất uốn (kG/cm^2)	Thời gian luộc (phút)	Thời gian uốn (phút)
Bán kính R700	21	100	6	50	40

c. Uốn cong

Phương thức ép uốn cong gỗ có thể chia làm 2 loại:

1. Dùng thanh kim loại phía ngoài và tấm chắn mặt đầu.
2. Không dùng thanh kim loại phía ngoài.

Chi tiết uốn cong có bán kính tỷ suất cong lớn, chiều dày nhỏ có thể không dùng thanh kim loại phía ngoài, trực tiếp uốn cong thành hình dạng yêu cầu. Phần lớn chi tiết uốn cong cần dùng thanh kim loại phía ngoài và tấm chắn mặt đầu. Đặt trên gá kẹp uốn cong thủ công hoặc trên máy uốn gỗ tiến hành uốn cong.

Chiều rộng của thanh kim loại phía ngoài thường lớn hơn chiều rộng thanh gỗ uốn cong, 2 đầu thanh kim loại lắp đặt tấm chắn mặt đầu dùng để chặn phần đầu gỗ, kéo chặt tấm kẹp làm cho phôi thô và tấm kẹp áp sát, lớp trung hoà dịch chuyển ra phía ngoài. áp suất mặt đầu phải phù hợp, áp suất quá nhỏ, không gây ra tác dụng, gây ra kéo phá huỷ, nếu áp suất quá lớn, không chỉ sẽ dẫn đến nén phá huỷ, mà còn có thể gây ra hiện tượng uốn cong ngược chiều. Khuôn mẫu uốn cong phải có hình dạng, kích thước chính xác, vị trí ổn định, có thể dùng kim loại hoặc gỗ để làm. Trước khi cho gỗ vào tấm kẹp, cần chọn bề mặt bóng nhẵn ép về phía tấm kẹp kim loại.

Khi tiến hành uốn gỗ cần hết sức lưu ý một số điểm sau:

- Cần phải để thanh lót kim loại luôn tiếp xúc chặt với gỗ uốn, nếu không sẽ bị các khuyết tật như bị tách, xé ở mặt ngoài. Nếu gỗ ngắn hơn thanh lót phải chêm gỗ vào 2 đầu.
- Khi uốn xong cần phải giữ gỗ trong khuôn uốn khoảng thời gian $t = 10-15$ phút, sau đó cố định hai đầu của gỗ uốn bằng xích.

Hoàn thiện sản phẩm: Gỗ uốn sau khi ổn định được tiến hành gia công: đánh nhẵn, tạo các liên kết mộc như các chi tiết gỗ bình thường khác, chủ yếu sử dụng các máy đánh nhẵn cầm tay. Gỗ sau khi gia công, đánh nhẵn màu sắc trở nên sáng, bề mặt tương đối mịn rất tốt cho quá trình trang sức bề mặt, sau đó tiến hành phun sơn trang sức.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định được các thông công nghệ uốn cong tối ưu đối với gỗ cao su có qui cách $21 \times 35 \times 460$ mm, R700m hoàn toàn phù hợp với kích thước của các chi tiết cong dùng trong sản xuất hàng mộc. Chất lượng các sản phẩm gỗ uốn có kích thước, bán kính uốn dùng trong nghiên cứu có ít các khuyết tật sau khi uốn (vết nứt, rạn, gẫy, xé...) và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn nhỏ hơn 0,3mm hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu đặt ra. Khi uốn đúng qui trình kỹ thuật, độ cong, vênh gỗ ít xuất hiện. Khi tăng nhiệt độ uốn thì tỷ lệ khuyết tật của gỗ tăng lên rất nhanh. Kết quả tính toán tối ưu hóa hàm đa mục tiêu đối với chi tiết uốn cong gỗ cao su có qui cách $21 \times 35 \times 460$ mm, R700mm cho thấy với thời gian luộc gỗ 28,4 phút và thời gian uốn là 42,9 phút thì tỷ lệ mẫu hỏng sau khi uốn là 1,36% và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn 0,43mm. Quy trình công nghệ uốn các

chi tiết gỗ cong có kích thước nêu trên hoàn toàn có thể ứng dụng vào thực tế sản xuất do đơn giản, dễ thực hiện và ít tốn kém.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] D. Sandberg, J. Johansson (2006). *A new method for bending solid wood – high frequency heating of beech.*
- [2] David Smith (2004). *Steam bending wood.* Lulu Enterprises, Inc.
- [3] <https://nhandan.vn/tin-tuc-kinh-te/nam-2021-xuat-khau-go-va-lam-san-vuot-20-ke-hoach-680270/>
- [4] Lê Ngọc Phước, Phạm Văn Chương, Vũ Mạnh Tường, Trần Minh Sơn (2018). Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian nén ép đến một số tính chất vật lý, cơ học gỗ Keo lai (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*). *Tạp chí KHCN Lâm nghiệp* số 3.
- [5] Nguyễn Cảnh, Nguyễn Đình Soa (1985). *Tối ưu hoá thực nghiệm trong hoá học và kỹ thuật hoá học.* Trường Đại Học Bách Khoa Tp HCM.
- [6] Nguyễn Minh Hùng (2007). Nghiên cứu làm mềm gỗ Bò đề bằng xử lý nhiệt phục vụ cho công nghệ gỗ nén. *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn*, số 16.
- [7] Phạm Ngọc Nam (2006) *Công nghệ sản xuất ván nhân tạo.* NXB Nông Nghiệp.
- [8] Phạm Ngọc Nam, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt (2005). *Khoa học gỗ.* NXB Nông Nghiệp.
- [9] Phạm Ngọc Nam, Nguyễn Trọng Nhân (2003). *Kỹ thuật chế biến gỗ xuất khẩu.* NXB Nông Nghiệp.
- [10] Phạm Văn Chương (2019). Ảnh hưởng của tỷ suất nén đến một số tính chất của gỗ Keo lai, Thông nhựa và Bạch đàn Uro xử lý bằng phương pháp nhiệt-cơ. *Tạp chí KHCN Lâm nghiệp* số 1.
- [11] Phan Hiếu Hiền (2001). *Phương pháp bố trí thí nghiệm và xử lý số liệu.* NXB Nông nghiệp.
- [12] Quách Văn Thiêm (2009). *Nghiên cứu xây dựng các thông số công nghệ uốn ép gỗ Keo lai* (Luận văn thạc sỹ). Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.
- [13] Vũ Huy Đại (2011). *Công nghệ uốn gỗ.* NXB Nông nghiệp.